

В диссертационный совет ПДС 0200.007
при Федеральном государственном
автономном образовательном
учреждении высшего образования
«Российский университет дружбы народов»
адрес: 117198, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д.6

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

доктора физико-математических наук, профессора кафедры математического моделирования МГТУ имени Н.Э. Баумана Кириллова Александра Альбертовича на диссертацию Павлова Александра Егоровича «Гамильтонова динамика гравитационных систем», представленную на соискание учёной степени доктора физико-математических наук по специальности 1.3.3. Теоретическая физика

Диссертация кандидата физико – математических наук Павлова Александра Егоровича на тему: «Гамильтонова динамика гравитационных систем», представленная на соискание учёной степени доктора физико-математических наук по специальности 1.3.3. Теоретическая физика, общим объёмом 209 страниц состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы из 207 наименований на русском и английском языках. Диссертация представляет собой теоретическое исследование, в котором решен ряд задач гамильтоновой классической динамики и квантовой динамики космологических моделей.

Актуальность темы. В теоретической физике традиционный интерес вызывают гравитационные теории с осцилляторным поведением вблизи космологической сингулярности. Теории, ассоциируемые с гиперболическими алгебрами Каца – Муди, характеризуются хаотическим поведением. Автор развивает алгебраический подход к многомерной космологической модели, которая ассоциируется с лоренцевой алгеброй Каца – Муди, доказывая тем самым регулярность её поведения.

Достоверность и новизна результатов диссертации основывается на использовании математического аппарата геометродинамики, корректном использовании современного математического аппарата, а также на согласованности результатов диссертации с известными положениями, принятыми в научном сообществе.

Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации обеспечена приложениями современных математических методов при исследовании физических явлений. В диссертации развивается геометрическая интерпретация времени, основанная на теории слоений пространства-времени, пуассоновой структуре гамильтоновой динамики гравитационного поля. Миксмастерные космологические модели принадлежат к классу обобщённых псевдоевклидовых цепочек Тоды. Поэтому, для описания скрытых симметрий космологических моделей, в диссертации развиваются приложения методов бесконечномерных алгебр Ли, ранее традиционно применявшихся к евклидовым цепочкам Тоды.

Ценность для науки и практики результатов работы. Теоретическая ценность работы заключается в исследовании задач гравитации методами современной математики. Практическая значимость работы заключается в поиске физической интерпретации красных смещений сверхновых во Вселенной, полученных научными коллаборациями “High-z Supernova Search Team” и “The Supernova Cosmology Project”; а также, практическая значимость работы заключается в обосновании феноменологического потенциала Хиггса в Стандартной модели элементарных частиц введением квантовых конденсатов массивных полей.

Подтверждение опубликованных основных результатов диссертации в научной печати. Основные результаты диссертации изложены в 25 работах, опубликованных в печатных изданиях, рекомендованных ВАК РФ. В наукометрическую базу цитирований SCOPUS входит 21 статья, 3 из которых входят в Web of Science. Результаты исследований докладывались на международных конференциях по гравитации, астрофизике и космологии.

В первой главе вводятся основные понятия геометрии вложенных гиперповерхностей, необходимые для гамильтоновой формулировки теории гравитации. Динамика пространства описывается его геометрическими характеристиками. В качестве нетривиального примера системы со связями рассматривается динамическая двумерная система, лагранжиан которой представляется в виде гауссовой кривизны в n -й степени. Задача решается с помощью математического аппарата теории вариационных комплексов. Доказывается тривиальность обобщённой группы когомологий де Рама. Получается, что модель не содержит динамических степеней свободы.

Во второй главе вводятся основные понятия геометродинамики. Внутреннее локальное время выражается с помощью обобщённого

отображения Дирака. Добавление фоновой метрики позволяет определить локальное время как скалярное поле. Глобальное внутреннее время определяется как среднее по гиперповерхности скалярного поля. Время Йорка можно ввести при условии существования слоения постоянной средней кривизны. Глобальное внешнее время определяется как две третьих среднего по гиперповерхности плотности импульса гравитационного поля. Проводятся гамильтоновы редукции расширенного фазового пространства на фазовые пространства коразмерности 2. Далее, строятся редуцированные гамильтоновы уравнения динамики гравитационного поля во внутреннем глобальном времени и внешнем глобальном времени.

Третья глава посвящена интерпретациям современной диаграммы Хаббла. Получены точные решения уравнения Фридмана для классической и конформной космологий в классе двоякопериодических функций. Для оценки космических расстояний используют стандартные свечи – далёкие объекты с точно известной светимостью. К таким объектам относятся сверхновые. В конце прошлого века наблюдение красных смещений сверхновых позволило астрономам заявить об ускоренном расширении нашей Вселенной. В диссертационной работе проведена экстраполяция кривых Хаббла для двух космологических моделей, что вызывает большой интерес в связи с последними отчётами коллаборции Pantheon+.

Четвёртая глава посвящена изучению классической задачи о космологической сингулярности. Для исследования хаотического поведения космологических моделей применялись разнообразные подходы. Автор использует современные алгебраические методы. Метод Ковалевской исследования мероморфных решений в плоскости комплексного времени, привёл в своё время к нахождению третьего интегрируемого случая в задаче о вращении волчка около неподвижной точки. Автор применил его к исследованию миксмастерных космологических моделей, что привело к обобщению формулы Адлера – Ван Мёрбеке, полученной ранее математиками при изучении евклидовых цепочек. Показатели Ковалевской связываются с матрицами Картана алгебр Каца – Муди, построенных на корневых векторах. Гравитационные теории с осцилляторным поведением вблизи сингулярности ассоциируются с гиперболическими алгебрами Каца – Муди. В данной главе доказывается, что многомерная миксмастерная модель Луи Виттена отвечает негиперболической лоренцевой алгебре Каца – Муди.

В пятой главе рассматривается механизм радиационного нарушения конформной симметрии в Стандартной модели элементарных частиц. В такой конструкции конденсат топ-кварка заменил тахионный массовый член в феноменологическом потенциале Хиггса. Вычислены топологические казимировские квантовые конденсаты бозонного и биспинорного массивных

полей. Переход к конформным переменным, систематически применяемым в диссертации, позволил избежать нефизической сингулярности. Перенормировка формально расходящихся рядов эффективно реализуется с использованием формулы Абеля – Плана из теории аналитических функций. Для вселенной Эйнштейна фоновым пространством является касательное плоское пространство.

Содержание автореферата соответствует основным положениям диссертации.

Замечания к работе.

1. При исследовании регулярности и хаотичности поведения космологических моделей желательно сделать ссылки на традиционно применяемые подходы при исследовании динамических систем: детерминированный хаос в гамильтоновых системах, вычисление показателей Ляпунова, сечение Пуанкаре.
2. Следует подчеркнуть важность получения глобальных характеристик гравитационного поля: канонически сопряжённых гамильтониана и времени, которые необходимы для дальнейшего построения квантовой теории гравитации.
3. В диссертационной работе рассматриваются данные коллабораций «High-z Supernova Search Team» и «The Supernova Cosmology Project». Не упоминается последний обзор коллаборации Pantheon+, где астрофизики проанализировали светимости примерно тысячи далёких сверхновых: ``Dillon Brout et al. The Pantheon+ Analysis: Cosmological Constraints. The Astrophysical Journal, 938:110 (24 pp), 2022 October 20.``

Указанные замечания не влияют на уровень значимости диссертационного исследования. Диссертация соответствует разделу II Положения о присуждении учёных степеней в Федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Российский университет дружбы народов», утверждённым Учёным советом РУДН протокол №12 от 23.09.2019г. Автор выполнил научно значимую работу, результаты которой полезны для решения теоретико-прикладных задач. В диссертации поставленные цели достигнуты. Павлов Александр Егорович, заслуживает присуждения учёной степени доктора физико-математических наук по специальности 1.3.3. Теоретическая физика.

